

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the approach of computing the transform coefficient for changing an input color picture into the color picture displayed on a color display The 1st recognition process which recognizes the lighting conditions of the environment where said color display is installed, It is based on the recognition result of the 2nd recognition process which recognizes the property of said color display, and said 1st and 2nd recognition processes. As said transform coefficient The color picture transform coefficient calculation approach characterized by having the multiplier calculation process which computes the multiplier which makes in agreement the vanity of the color of a self-luminous color color picture and an object color color picture.

[Claim 2] It is the color picture transform coefficient calculation approach that the color temperature as said lighting conditions said multiplier calculation processes have been recognized to be according to said 1st recognition process in the color picture transform coefficient calculation approach of claim 1 is characterized by computing the multiplier as for which the color temperature of said self-luminous color color picture becomes higher than the color temperature as said lighting conditions as said transform coefficient at the time less than of 5000K.

[Claim 3] In the approach of changing an input color picture into the color picture displayed on a color display The 1st recognition process which recognizes the lighting conditions of the environment where said color display is installed, The 2nd recognition process which recognizes the property of said color display, and the multiplier calculation process which computes the multiplier which makes in agreement the vanity of the color of a self-luminous color color picture and an object color color picture based on the recognition result of said 1st and 2nd recognition processes, The color picture conversion approach characterized by having the image data-conversion process of changing said input color picture into the color picture displayed on said color display with the multiplier computed by this multiplier calculation process.

[Claim 4] It is the color picture conversion approach that the color temperature as said lighting conditions said multiplier calculation processes have been recognized to be according to said 1st recognition process in the color picture conversion approach of claim 3 is characterized by computing the multiplier as for which the color temperature of said self-luminous color color picture becomes higher than the color temperature as said lighting conditions as said multiplier at the time less than of 5000K.

[Claim 5] The image processing system which computes a transform coefficient by claim 1 or the color picture transform coefficient calculation approach of 2, or changes an input color picture by claim 3 or the color picture conversion approach of 4.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the approach of computing a color picture transform coefficient which makes in agreement the vanity of the color of a display image and a hard copy image, and the method of changing a color picture so that the vanity of the color of a display image and a hard copy image may be in agreement.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although the opportunity to carry out creation and edit of a color picture by creation and edit of a color picture becoming easy by rapid development of computer technology not only in a designer but in general office has increased, when the image created on the display is printed, there is a problem that the color of the hard copy image and display image is not in agreement.

[0003] Therefore, the color management technique thru/or the color management system have progressed. A color management the color expressed in color spaces of a device proper, such as RGB space and YMCK space It is what manages the common color space independent of devices, such as CIEXYZ space and CIEL*a*b* space, as a ground. Description (Characterization) of the property of each device in a device profile, The individual difference of each device, the proofreading (Calibration) to secular change, etc. are included besides the color conversion (Conversion) between the color space of the device proper using the device profile, and a common color space.

[0004] If it is the value conventionally same on the same color space (i.e., if in agreement in colorimetry), it will have been thought that it is visible to the same color also as appearance. In fact, it has been said that it is in agreement also with appearance if the color management system is made in agreement in colorimetry when it is developed as a color management target and observes colorimetry-coincidence under the lighting of D50 or D65.

[0005] However, by the color display and color hard copy, even if there is a difference in the mode called the self-luminous color (color of the light emitted from the light source) and the object color (color of a reflective body or a transmission object) and it makes it in agreement in colorimetry with the conventional color management technique, the color of each image is in agreement and is not visible, as already known also with reference (for example, others [Okajima] "optics" 20, 1991, 363- 368p). Especially, in the general office environment by which the perimeter of a display is brightly illuminated by the fluorescent lamp with a low color temperature, the inclination becomes remarkable.

[0006] This problem is solved, as an approach of making in agreement the vanity of the color of the object color of color hard copy, and the self-luminous color (a foreground color, luminescent color) of a color display, color matching of the object color about a predetermined color and the self-luminous color is carried out to JP,9-98301,A by viewing, a color conversion parameter is determined based on that correspondence relation, and the approach of carrying out color conversion of the image is shown.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the user of a system has the fault that it must try repeatedly until color matching with the satisfactory approach of this JP,9-98301,A comes to be made. And it will be dependent on the precision of a color, such as being based on a user after all, and the coincidence condition of the vanity of the color of a display image and a hard copy image of the precision of color matching is bad, and it may bring a result in which the difference among both is too many conspicuous.

[0008] Then, this invention enables it to bring the vanity of the color of a display image and a hard copy image close, without doing the complicated and inaccurate activity of a color, such as being based on viewing, when setting by the environment brightly illuminated like general office and creating and editing a color picture on a

display.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In the approach of computing the transform coefficient for changing an input color picture into the color picture displayed on a color display in invention of claim 1 The 1st recognition process which recognizes the lighting conditions of the environment where said color display is installed, The 2nd recognition process which recognizes the property of said color display, and the multiplier calculation process which computes the multiplier which makes in agreement the vanity of the color of a self-luminous color color picture and an object color color picture as said transform coefficient based on the recognition result of said 1st and 2nd recognition processes are established.

[0010] In the approach of changing an input color picture into the color picture displayed on a color display in invention of claim 3 The 1st recognition process which recognizes the lighting conditions of the environment where said color display is installed, The 2nd recognition process which recognizes the property of said color display, and the multiplier calculation process which computes the multiplier which makes in agreement the vanity of the color of a self-luminous color color picture and an object color color picture based on the recognition result of said 1st and 2nd recognition processes, The image data-conversion process of changing said input color picture into the color picture displayed on said color display with the multiplier computed by this multiplier calculation process is established.

[0011]

[Function] In the 1st recognition process, as lighting conditions for the environment where the color display is installed, while the color temperature of the object color about a certain specific color, brightness or an illuminance, or a chromaticity is recognized, in the color picture transform coefficient calculation approach of invention of claim 1 by the above-mentioned approach, the property of a color display is recognized in the 2nd recognition process.

[0012] And the lighting conditions recognized according to the 1st recognition process in a multiplier calculation process, [that the chromaticity of the self-luminous color which turns into the object color about a specific color and color matching is predicted based on the display property recognized according to the 2nd recognition process, and amendment of the color data based on a chromatic adaptation model is made, etc. and] As a transform coefficient for changing an input color picture into the color picture displayed on a color display, the multiplier which makes in agreement the vanity of the color of a self-luminous color color picture and an object color color picture is computed.

[0013] Therefore, also in the environment brightly illuminated like general office, the transform coefficient which makes in agreement the vanity of the color of a display image and a hard copy image comes to be obtained, without doing the complicated and inaccurate activity of a color, such as being based on viewing.

[0014] In the color picture conversion approach of invention of claim 3 by the above-mentioned approach, without doing the complicated and inaccurate activity of a color, such as being based on viewing also in the environment brightly illuminated like general office, similarly, an input color picture is changed into the color picture displayed on a display so that the vanity of the color of a display image and a hard copy image may be in agreement.

[0015]

[Embodiment of the Invention] [Operation gestalt as the 1st operation gestalt — color picture transform coefficient calculation approach] Drawing 1 shows 1 operation gestalt of the color picture transform coefficient calculation approach of invention of claim 1. The color picture transform coefficient calculation approach of this operation gestalt consists of the 1st recognition process 10, the 2nd recognition process 20, and an ambient light information correction factor calculation process 30 as a whole.

[0016] At the 1st recognition process 10, the ambient light information on the environment where the display is installed is incorporated, and the lighting conditions of the environment where the display is installed are recognized. At the 2nd recognition process 20, display property information is incorporated and the property of a display is recognized. However, displays are color displays, such as a color CRT display.

[0017] Incorporation of the ambient light information on the 1st recognition process 10 and incorporation of the display property information on the 2nd recognition process 20 are performed by the approach as shown in drawing 11 . That is, in the environment where the display is installed, as are shown in this drawing (A), and the illumination light 2 of the environment where the display is installed in hard copy 1 is irradiated, and a sensor 4 detects the reflected light 3 from hard copy 1 and it is shown in this drawing (B), a sensor 7 detects the light 6 emitted from the display screen of a display 5.

[0018] Concretely, at the 1st recognition process 10, the color temperature of the object color about a certain specific color, brightness or an illuminance, and a chromaticity are detected as lighting conditions for the

environment where the display is installed. a specific color is close to white or white — although it is colorless, **** of hard copy is sufficient. Munsell color charts N9 were made into the specific color by the actually performed approach. At the 2nd recognition process 20, for example, RGB monochrome and a gray gradation reappearance property are detected as a property of a display.

[0019] At the ambient light information correction factor calculation process 30, the multiplier which makes in agreement the vanity of the color of a self-luminous color color picture and an object color color picture is computed as a transform coefficient for changing into the color picture which displays an input color picture on a display based on the lighting conditions recognized at the 1st recognition process 10, and the display property recognized at the 2nd recognition process 20.

[0020] With this operation gestalt, concretely, the ambient light information correction factor calculation process 30 consists of the specific color chromaticity prediction process 40, a vanity coincidence amendment process 50 of a color, and a transform coefficient calculation process 60 for a display, and the vanity coincidence amendment process 50 of a color consists of a vanity coincidence amendment book process 51 of a color, and a vanity coincidence transform coefficient calculation process 55 of a color.

[0021] the color temperature of a foreground color (self-luminous color) which becomes the object color about the specific color, and color matching from the color temperature of the object color about a specific color, brightness, or illuminance recognized at the 1st recognition process 10 at the specific color chromaticity prediction process 40 — as a color matching value (color matching point) — predicting — further — the — a color value, such as having predicted, is changed into a chromaticity.

[0022] As the isochromatic curves 8 and 9 of drawing 2 show, the color temperature of the foreground color from which the color temperature of the object color about a certain specific color becomes the object color and color matching in the 5000K or more range becomes almost equal to the color temperature of the object color in a general operating environment, without being based on an illuminance. However, the color temperature of a foreground color which becomes the object color and color matching becomes higher than the color temperature of the object color as the color temperature of the object color becomes [the color temperature of the object color] low in the less than 5000K range.

[0023] When the lighting of the environment where the display is installed is dark (i.e., when the brightness of hard copy is in within the limits reproducible on a display) being such — visible — the difference of the direction — mainly — the self-luminous color and the object color — visible — the difference of the direction — depending (isochromatic curve 8 of drawing 2) — When the range which the lighting of the environment where the display is installed is bright and the brightness of hard copy can reproduce on a display is exceeded Furthermore the difference in the color reproduction range is also added, and the difference of the color temperature of a foreground color which becomes the object color and color matching from the case of an isochromatic curve 8, and the color temperature of the object color becomes large (isochromatic curve 9 of drawing 2). In addition, also in the case of the isochromatic curve 9, the word "color matching" is used for convenience, but it is the semantics of doubling with the nearest color instead of color matching strictly.

[0024] At the specific color chromaticity prediction process 40, the function which shows isochromatic curves, such as isochromatic curves 8 and 9, is chosen from the brightness recognized at the 1st recognition process 10, or an illuminance, and the color temperature of a foreground color which becomes a color matching value, i.e., the object color, and color matching is predicted from the color temperature recognized at the 1st recognition process 10 by the selected function. LUT (look-up table) in which the relation between the color temperature of a color matching value and a chromaticity was written beforehand performs conversion to the chromaticity of a color value, such as having predicted.

[0025] At the vanity coincidence amendment process 50 of a color, the vanity coincidence transform coefficient of a color, i.e., the multiplier which makes in agreement the vanity of the color of a self-luminous color color picture and an object color color picture, is computed as a transform coefficient for changing an input color picture into the color picture displayed on a display with the chromatic adaptation model by the color dot, such as having been predicted at the specific color chromaticity prediction process 40, and the color data of eight pieces.

[0026] Eight color data which constitute a chromatic adaptation model give eight suitable points P1-P8 on $L^*a^*b^*$ space as shown in drawing 4 as a XYZ chromaticity coordinate of CIE1931.

[0027] Drawing 3 shows an example of the vanity coincidence amendment manipulation routine of the color in the vanity coincidence amendment process 50 of a color. In the vanity coincidence amendment manipulation routine 100 of the color First, in step 101, set the number n of the eight above-mentioned color data to 1, and then it progresses to step 102. The n-th data is chosen from the eight color data, and then it progresses to step 103, and the selected color data is changed into the XYZ chromaticity coordinate of CIE1931 as mentioned

above, then it progresses to step 104, and the XYZ chromaticity coordinate is changed into an LMS cone response value.

[0028] The conversion to an LMS cone response value from the XYZ chromaticity coordinate of CIE1931 is the following operation expression, when the LMS cone response value after X, Y, Z, and conversion is set to L, M,

$$\begin{aligned} L &= 0.28971X \\ &+ 0.68898Y \\ &- 0.07868Z \quad \cdots (11) \\ M &= -0.22981X \\ &+ 1.18340Y \\ &+ 0.04641Z \quad \cdots (12) \\ S &= 1.00000Z \quad \cdots (13) \end{aligned}$$

and S for the XYZ chromaticity coordinate before conversion,

It carries out "Be alike."

[0029] Next, it progresses to step 105 and the LMS cone response values L, M, and S are normalized with the LMS cone response values L_w , M_w , and S_w of the specific color in the environment where the display is installed. That is, it is $L' = L/L_w$ as LMS cone response value L' after normalization, M' , and S' . — (21)

$$M' = M/M_w \quad \text{— (22)}$$

$$S' = S/S_w \quad \text{— (23)}$$

*****.

[0030] The LMS cone response values L_w , M_w , and S_w of the specific color in the environment where the display is installed are calculated by changing into the XYZ chromaticity coordinate of CIE1931 the chromaticity of the specific color recognized at the 1st recognition process 10, and changing the XYZ chromaticity coordinate into an LMS cone response value by formula (11) – (13).

[0031] On the other hand, the value on the LMS space of the specific color which should be amended is calculated based on a color dot, such as having been predicted at the specific color chromaticity prediction process 40. As shown in drawing 5 (a flow chart is shown in block for convenience), it specifically sets to step 201 first. The chromaticity of the specific color in the environment recognized at the 1st recognition process 10 where the display is installed, Change into the XYZ chromaticity coordinate of CIE1931 the chromaticity of the color matching point about the specific color predicted at the specific color chromaticity prediction process 40, and then it progresses to step 202. The XYZ chromaticity coordinate is changed into an LMS cone response value, then it progresses to step 203, and partial adaptation amendment is performed per the LMS cone response value.

[0032] When the LMS cone response value of the specific color in the environment where the display is installed is set to L_w , M_w , and S_w as mentioned above and the LMS cone response value of the color matching point about a specific color is set to L''_w , M''_w , and S''_w , partial adaptation amendment at step 203 is the following operation expression $\{k - L''_w + (1 - k) L_w\}$. — (31)

$$\{k - M''_w + (1 - k) M_w\} \quad \text{— (32)}$$

$$\{k - S''_w + (1 - k) S_w\} \quad \text{— (33)}$$

It carries out "Be alike." k is the constant of a before [from 0 / 1], and at least 0.5–0.75 are usually desirable.

[0033] In the vanity coincidence amendment manipulation routine 100 of the color of drawing 3 Progressed to step 106 from step 105, and were computed at step 203 of drawing 5 in this way. a formula — (— 31 —) — (— 32 —) — (— 33 —) — expressing — having — a part — adaptation — amendment — the back — LMS — a cone — a response — a value — using — a step — 105 — normalizing — having had — a formula — (— 21 —) — (— 22 —) — (— 23 —) — expressing — having — LMS — a cone — a response — a value — L' — M' — S' — receiving — the following operation expression $L' = \{k - L''_w + (1 - k) L_w\} L'$ — (41)

$$M' = \{k - M''_w + (1 - k) M_w\} M' \quad \text{— (42)}$$

$$S' = \{k - S''_w + (1 - k) S_w\} S' \quad \text{— (43)}$$

Vanity coincidence amendment of a color is performed as be alike.

[0034] furthermore, the step 107 — progressing — the LMS cone response value L after vanity coincidence

$$\begin{aligned}
 X &= 1.91019L'' \\
 &\quad - 1.11214M'' \\
 &\quad - 0.20195S'' \quad \dots (51) \\
 Y &= 0.37095L'' \\
 &\quad + 0.62905M'' \quad \dots (52) \\
 Z &= 1.00000S'' \quad \dots (53)
 \end{aligned}$$

amendment of the color — ", M", S" — the following operation expression,

It changes "Be alike" into the XYZ chromaticity coordinate of CIE1931.

[0035] then, image data L^* of the $L^*a^*b^*$ space which it progresses to step 108 and is a device-independent color space about the XYZ chromaticity coordinate — it changes into ' a^*b^* '.

[0036] Next, when progressed to step 109, and only 1 increments the number n of the eight above-mentioned color data, it progresses to step 110 further, it judges whether n is larger than 8 and it judges that n is eight or less, it returns to step 102 and steps 102-109 are repeated. The above processing is performed at the vanity coincidence amendment book process 51 of the color in the vanity coincidence amendment process 50 of the color shown in drawing 1.

[0037] And when n judges that it is larger than 8 at step 110, from step 110, it progresses to step 111 and a 3×8 matrix multiplier is computed as a vanity coincidence transform coefficient of a color in the vanity coincidence transform coefficient calculation process 55 of the color in the vanity coincidence amendment process 50 of a color. In this case, it asks for the map relation f between the value before vanity coincidence amendment of the color about the eight above-mentioned colors, and the value after vanity coincidence amendment of a color, and a 3×8 matrix multiplier is computed so that the color difference of the value before amendment and the value after amendment may serve as min.

[0038] $b^* [-L^*+m_{12}, a^*+m_{13}, \text{ and }]$ namely, — three — x — eight — a matrix — a multiplier — each — a multiplier — m_{ij} ($i=1-3, j=1-8$) — ** — carrying out — conversion — a front — an image — a data value — L — $*$ — a — $*$ — b — $*$ — conversion — the back — an image — a data value — L — $*$ — ' a — $*$ — ' b — $*$ — ' $*$ — ** — carrying out — if — L^* — $=m_{11} + m_{14} \text{ and } L^* - a^* + m_{15} \text{ and } L^* - b^* + m_{16} \text{ and } a^* - b^* + m_{17} \text{ and } L^* - a^* - b^* + m_{18} \text{ and } K$ — (61)

$a^* = m_{21}, L^* + m_{22}, a^* + m_{23}, \text{ and } b^* + m_{24} \text{ and } L^* - a^* + m_{25} \text{ and } L^* - b^* + m_{26} \text{ and } a^* - b^* + m_{27} \text{ and } L^* - a^* - b^* + m_{28} \text{ and } K$ (62)

$b^* = m_{31}, L^* + m_{32}, a^* + m_{33}, \text{ and } b^* + m_{34} \text{ and } L^* - a^* + m_{35} \text{ and } L^* - b^* + m_{36} \text{ and } a^* - b^* + m_{37} \text{ and } L^* - a^* - b^* + m_{38} \text{ and } K$ (63)

It comes out. K is a constant and is usually set to 1.

[0039] And when the actual measurement of the eight above-mentioned colors is made into L_n^* and a forecast is made into $L_n^{*'} (n=1-8)$ by making L^* value into an example, the difference (error) E_n is $E_n = L_n^* - L_n^{*'}$. — (71) Come out, it is and the total E with error is $E = \sum E_n^2$. — (72)

It becomes.

[0040] And multiplier $m_{1j} (j=1-8)$ about the $L^{*'}$ value of a formula (61) of a 3×8 matrix multiplier is determined so that the total E of this error may serve as min. Multiplier $m_{3j} (j=1-8)$ about a^*b^* of multiplier $m_{2j} [$ about a value $]$ ($j=1-8$) and formula (63)' value of a formula (62) is determined similarly.

[0041] The multiplier which makes in agreement the vanity of the color of a display image and a hard copy image is computable as a transform coefficient for changing into the color picture which displays an input color picture on a display as mentioned above.

[0042] In addition, although how for it to be visible between a continuous stimulus like hard copy and a discontinuous and periodic stimulus like a CRT display may differ also in the same color about a visual system, the multiplier corresponding to the difference in vanity is computable by using the information which was acquired at the 2nd recognition process 20 also about it in addition to the information acquired at the 1st recognition process 10.

[0043] At the transform coefficient calculation process 60 for a display, the multiplier of the color conversion from XYZ space to the RGB space of a display proper is computed using the display property recognized at the 2nd recognition process 20. Since the additivity of a color is generally realized between XYZ space and RGB space, the multiplier of the color conversion from XYZ space to RGB space can be determined as a meaning by detecting RGB monochrome and a gray gradation reappearance property as a property of a display, as mentioned above. The transform coefficient is computed for example, by 3×3 matrix operation.

[0044] [Operation gestalt as the 2nd operation gestalt — color picture conversion approach] Drawing 6 shows 1 operation gestalt of the color picture conversion approach of invention of claim 3. The color picture conversion

approach of this operation gestalt consists of the 1st recognition process 10, the 2nd recognition process 20, an ambient light information correction factor calculation process 30, and an image data-conversion process 70 as a whole.

[0045] The 1st recognition process 10 and the 2nd recognition process 20 are the same as it of the 1st operation gestalt shown in drawing 1. The point that the ambient light information correction factor calculation process 30 also consists of the specific color chromaticity prediction process 40, a vanity coincidence amendment process 50 of a color, and a transform coefficient calculation process 60 for a display is the same as it of the 1st operation gestalt.

[0046] However, with this operation gestalt, the vanity coincidence amendment process 50 of a color consists only of a vanity coincidence amendment book process 51 of a color, and vanity coincidence amendment of a color which is mentioned later is performed by the vanity coincidence amendment process 50 of a color in connection with it. The image data-conversion process 70 consists of a vanity coincidence conversion process 80 of a color, and a conversion process 90 for a display.

[0047] Between the measured value of hard copy about a specific color, and the color matching value of a display, it is $X_{wa}=X_{wm}+X_{cc}$. — (81)

$Y_{wa}=Y_{wm}+Y_{cc}$ — (82)

$Z_{wa}=Z_{wm}+Z_{cc}$ — (83)

There is relation to say.

[0048] However, the chromaticity of the color which corresponds with the specific color on hard copy in colorimetry on a display, and X_{cc} , Y_{cc} and Z_{cc} are amended parts which change magnitude with a color temperature.

[0049] The lighting of drawing 7 of the environment where the display is installed is dark, it is what showed the color temperature T in the case of being within limits which the brightness of hard copy can reproduce on a display, and amended relation X_{cc} , Y_{cc} , and Z_{cc} , and is the relation. $X_{cc}=68717\exp(-0.0021T)$ — (91)

$Y_{cc}=27699\exp(-0.0019T)$ — (92)

$Z_{cc}=93281\exp(-0.0022T)$ — (93)

It is come out and expressed.

[0050] Therefore, the color matching point about a specific color can be predicted from this relational expression (91), (92), (93), the above-mentioned relational expression (81), (82), and (83). At the specific color chromaticity prediction process 40 of this operation gestalt, the color matching point about a specific color is predicted by computing amended parts X_{cc} , Y_{cc} , and Z_{cc} in this way.

[0051] At the vanity coincidence amendment process 50 of a color, with a color dot, such as having been predicted at this specific color chromaticity prediction process 40, with for example, the chromatic adaptation model by the color data of 729 (9x9x9) individual Vanity coincidence amendment of a color is performed, and at the vanity coincidence conversion process 80 of a color, with the color data after vanity coincidence amendment of the color, color conversion of the input image data is carried out so that the vanity of the color of a self-luminous color color picture and an object color color picture may be made in agreement. 729 color data which constitute a chromatic adaptation model are given as a XYZ chromaticity coordinate of CIE1931.

[0052] Drawing 8 shows an example of the vanity coincidence amendment transform-processing routine of the color in the vanity coincidence amendment process 50 of a color, and the vanity coincidence conversion process 80 of a color. By the vanity coincidence amendment transform-processing routine 300 of the color First, in step 301, set the number n of the 729 above-mentioned color data to 1, and then it progresses to step 302. The n -th data is chosen from the 729 color data, and then it progresses to step 303, and the selected color data is changed into the XYZ chromaticity coordinate of CIE1931 as mentioned above, then it progresses to step 304, and the XYZ chromaticity coordinate is changed into an LMS cone response value. The above-mentioned formula (11), (12), and (13) perform conversion to an LMS cone response value from the XYZ chromaticity coordinate of CIE1931.

[0053] Next, it progresses to step 305 and the LMS cone response values L , M , and S are normalized with the LMS cone response values L_w , M_w , and S_w of the specific color in the environment where the display is installed by the above-mentioned formula (21), (22), and (23).

[0054] On the other hand, the value on the LMS space of the specific color which should be amended is calculated like the 1st operation gestalt by processing as specifically shown in drawing 5 based on a color dot, such as having been predicted at the specific color chromaticity prediction process 40.

[0055] By the vanity coincidence amendment transform-processing routine 300 of the color of drawing 8 Progressed to step 306 from step 305, and were computed at step 203 of drawing 5 in this way. a formula — (— 31 —) — (— 32 —) — (— 33 —) — expressing — having — a part — adaptation — amendment — the back —

— LMS — a cone — a response — a value — using — a step — 305 — normalizing — having had — a formula — (— 21 —) — (— 22 —) — (— 23 —) — expressing — having — LMS — a cone — a response — a value —
 — L — ' — M — ' — S — ' — receiving — A formula (41), (42), and (43) perform vanity coincidence amendment of a color.

[0056] furthermore, the step 307 — progressing — the LMS cone response value L after vanity coincidence amendment of the color — ", M", S" are changed into the XYZ chromaticity coordinate of CIE1931 by the formula (51), (52), and (53).

[0057] then, image data L* of the L*a*b* space which it progresses to step 308 and is a device-independent color space about the XYZ chromaticity coordinate — it changes into 'a*b*'.

[0058] Next, when progressed to step 309, and only 1 increments the number n of the 729 above-mentioned color data, it progresses to step 310 further, it judges whether n is larger than 729 and it judges that n is 729 or less, it returns to step 302 and steps 302-309 are repeated.

[0059] And when n judges that it is larger than 729 at step 310, it progresses to step 311 from step 310, and stores in three-dimension LUT as shows 729 color data for which it asked by then to drawing 9 . The above processing is performed at the vanity coincidence amendment process 50 of the color shown in drawing 6 .

[0060] Next, it progresses to step 312 and input image data is changed on L*a*b* space with the color data stored in the three-dimension LUT in the vanity coincidence conversion process 80 of the color in the image data-conversion process 70.

[0061] The address of three-dimension LUT shows the coordinate on L*a*b* space (location), as shown in respect of [Q] drawing 10 , when input image data serves as a coordinate value during the lattice point, the input image data is regarded as an internally dividing point of the lattice point, and the load sum of the output value of the lattice points Q0-Q7 of eight perimeters is obtained as image data after conversion. That is, when the value of the image data after conversion is set to D and the output value of the lattice points Q0-Q7 of

$$\begin{aligned}
 D = & (1-\alpha) (1-\beta) (1-\gamma) D_0 \\
 & + (1-\alpha) \beta (1-\gamma) D_1 \\
 & + (1-\alpha) \beta \cdot \gamma \cdot D_2 \\
 & + (1-\alpha) (1-\beta) \gamma \cdot D_3 \\
 & + \alpha (1-\beta) (1-\gamma) D_4 \\
 & + \alpha \cdot \beta \cdot (1-\gamma) D_5 \\
 & + \alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot D_6 \\
 & + \alpha (1-\beta) \gamma \cdot D_7 \quad \dots (95)
 \end{aligned}$$

eight perimeters is set to D_i ($i=0-7$), it is,

It becomes. alpha, beta, and gamma are 0 or more and 1 or less values.

[0062] In addition, although this example is the case where cube interpolation is used, the interpolation approaches, such as tetrahedron interpolation, pyramid interpolation, and prism interpolation, may be used.

[0063] Although how to seem to have mentioned above between a continuous stimulus like [in the color same about a visual system] hard copy and a discontinuous and periodic stimulus like a CRT display may differ, in addition to the information acquired at the 1st recognition process 10, it is convertible by computing the multiplier corresponding to the difference in vanity also with it by using the information acquired at the 2nd recognition process 20.

[0064] At the transform coefficient calculation process 60 for a display as well as the 1st operation gestalt, the multiplier of the color conversion from XYZ space to the RGB space of a display proper is computed using the display property recognized at the 2nd recognition process 20. Since the additivity of a color is generally realized between XYZ space and RGB space, the multiplier of the color conversion from XYZ space to RGB space can be determined as a meaning by detecting RGB monochrome and a gray gradation reappearance property as a property of a display, as mentioned above. The transform coefficient is computed for example, by 3x3 matrix operation.

[0065] And at the conversion process 90 for a display in the image data-conversion process 70, the L*a*b* image data from the vanity coincidence conversion process 80 of a color is changed into the image data for a display, i.e., the RGB image data of a display proper, with the transform coefficient from the transform coefficient calculation process 60 for a display. In that case, the L*a*b* image data from the vanity coincidence conversion process 80 of a color is once changed into the values X_{crt} , Y_{crt} , and Z_{crt} on a display in case the environment where the display is installed is a dark room, and is sent to the conversion process 90 for a display.

[0066] An input color picture is convertible for the color picture displayed on a display so that the vanity of the color of a display image and a hard copy image may be in agreement as mentioned above.

[0067] [Other operation gestalten or modification] the 1st operation gestalt mentioned above In the color picture transform coefficient calculation approach at the specific color chromaticity prediction process 40 The chromaticity of a color matching point is predicted using the function which made brightness and a color temperature the parameter. At the vanity coincidence amendment process 50 of a color It is the case where the transform coefficient which carries out direct conversion of the input image data is computed using a chromatic adaptation model and the least square method. The 2nd operation gestalt In the color picture conversion approach, by the specific color chromaticity prediction process 40, predict the chromaticity of a color matching point using the function which made the chromaticity the parameter, and at the vanity coincidence amendment process 50 of a color, although it is the case where the multiplier for three-dimension LUT is computed using a chromatic adaptation model Of course, in the color picture transform coefficient calculation approach, it is the vanity coincidence amendment process 50 of a color, and the multiplier for three-dimension LUT may be computed, in the color picture conversion approach, it is the vanity coincidence amendment process 50 of a color, and the transform coefficient which carries out direct conversion of the input image data may be computed.

[0068]

[Effect of the Invention] The vanity of the color of a display image and a hard copy image can be brought close, without doing the complicated and inaccurate activity of a color, such as being based on viewing, according to this invention, when setting by the environment brightly illuminated like general office and creating and editing a color picture on a display as mentioned above.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing 1 operation gestalt of the color picture transform coefficient calculation approach of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the prediction curve which made the parameter the brightness and color temperature of a case of drawing 1 .

[Drawing 3] It is drawing showing the vanity coincidence amendment manipulation routine of the color in the case of drawing 1 .

[Drawing 4] It is drawing with which explanation of the manipulation routine of drawing 3 is presented.

[Drawing 5] It is drawing showing the processing in the case of [a part of] drawing 1 .

[Drawing 6] It is drawing showing 1 operation gestalt of the color picture conversion approach of this invention.

[Drawing 7] It is drawing showing the prediction curve which made the parameter the chromaticity in the case of drawing 6 .

[Drawing 8] It is drawing showing the vanity coincidence amendment transform-processing routine of the color in the case of drawing 6 .

[Drawing 9] It is drawing showing the configuration of three-dimension LUT.

[Drawing 10] It is drawing with which explanation of interpolation by three-dimension LUT is presented.

[Drawing 11] It is drawing showing the example of an approach to incorporate ambient light information and display property information.

[Description of Notations]

1 0 1st Recognition Process

20 2nd Recognition Process

30 Ambient Light Information Correction Factor Calculation Process

40 Specific Color Chromaticity Prediction Process

50 Vanity Coincidence Amendment Process of Color

60 Transform Coefficient Calculation Process for Display

70 Image Data-Conversion Process

80 Vanity Coincidence Conversion Process of Color

90 Conversion Process for Display

[Translation done.]

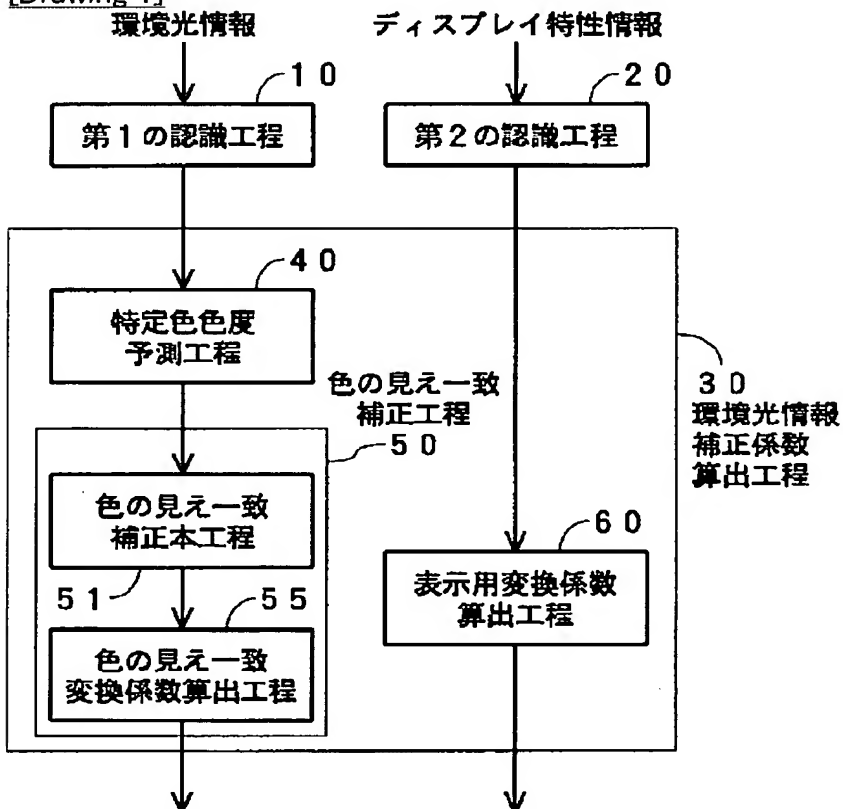
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

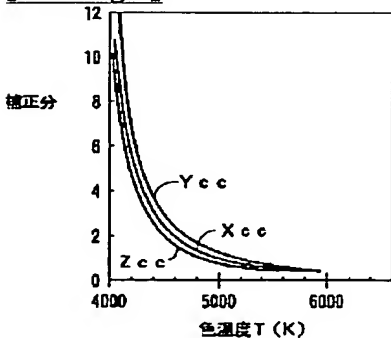
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

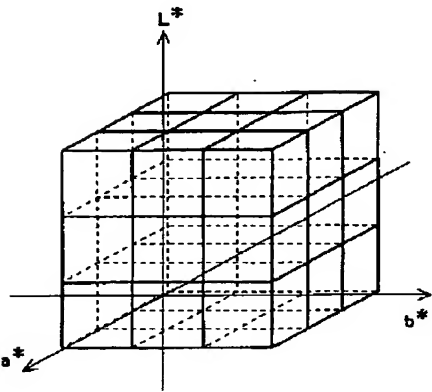
[Drawing 1]



[Drawing 7]

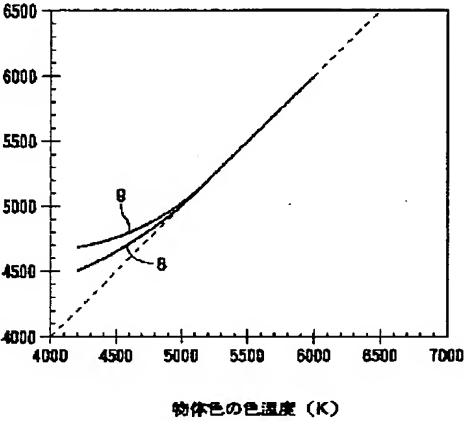


[Drawing 9]

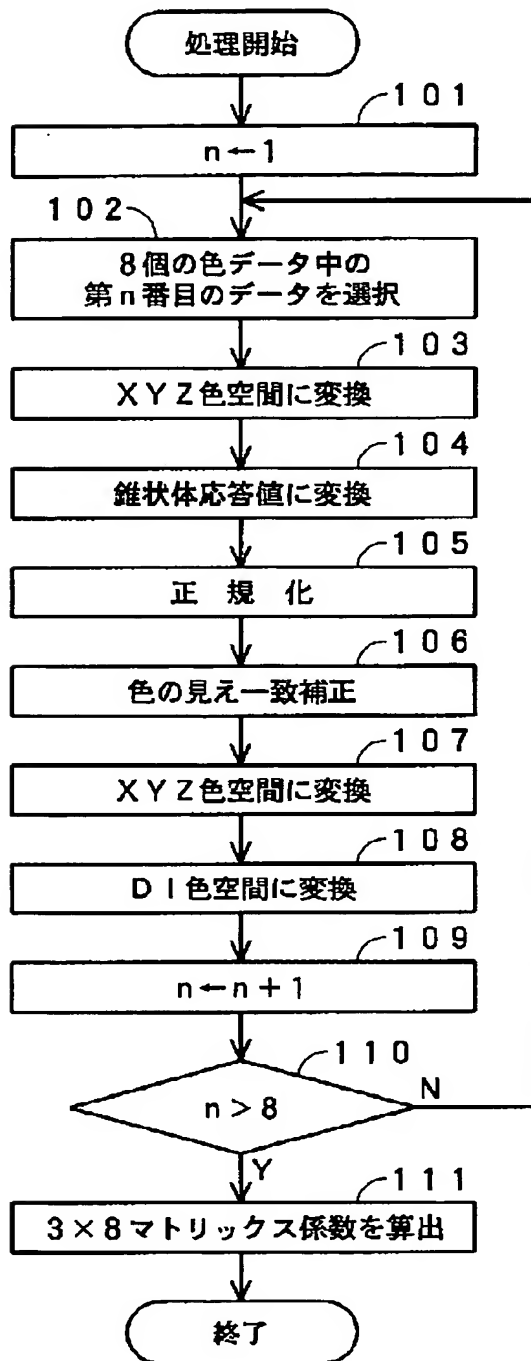


[Drawing 2]

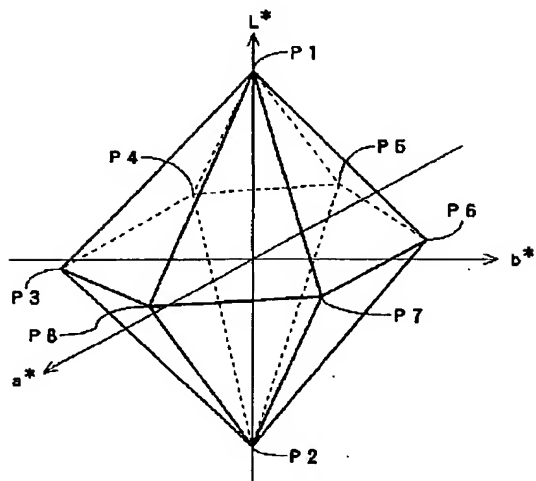
物体色と等色になる
表示色の色温度 (K)



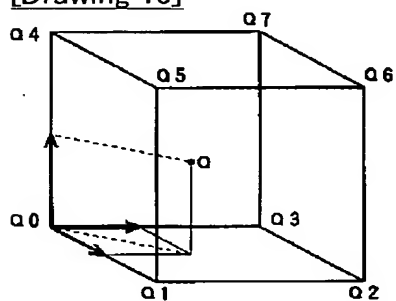
[Drawing 3]

1 0 0 色の見え一致補正処理ルーチン

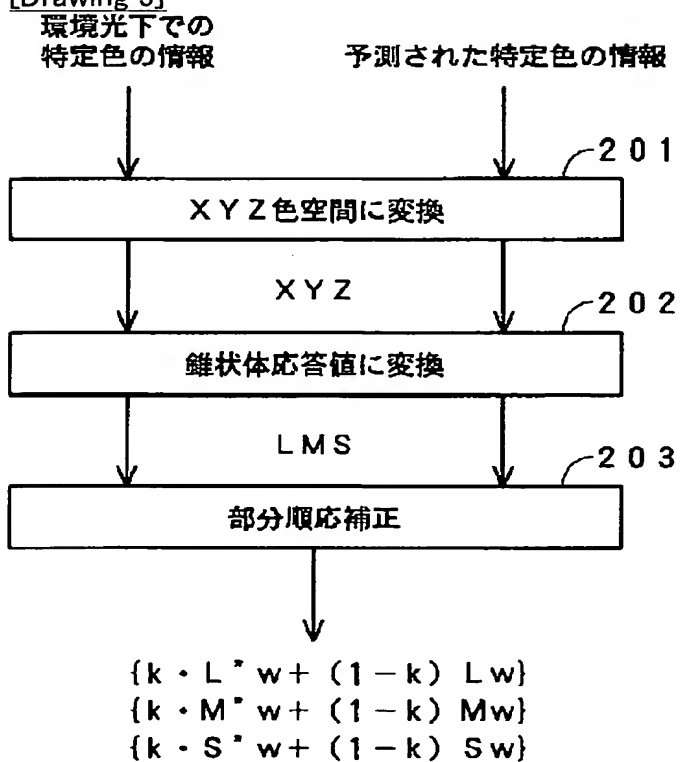
[Drawing 4]



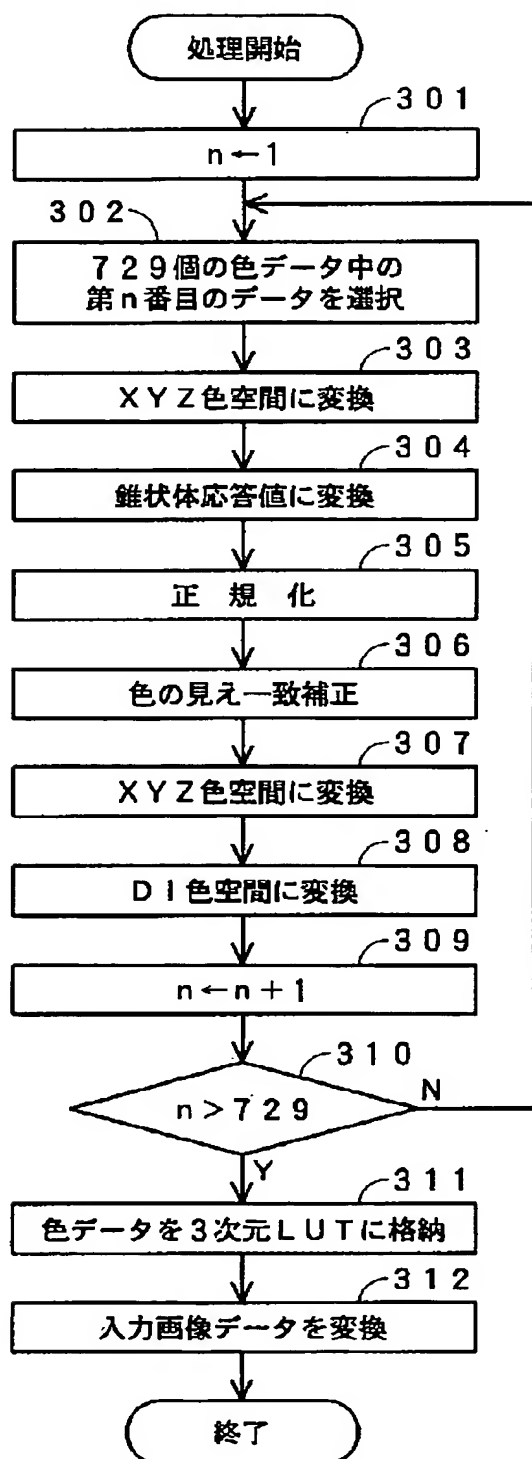
[Drawing 10]



[Drawing 5]

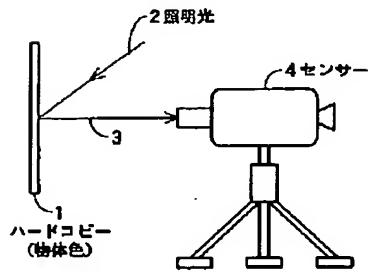


[Drawing 8]

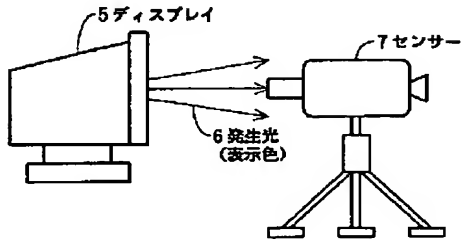
3 0 0 色の見え一致補正変換処理ルーチン

[Drawing 11]

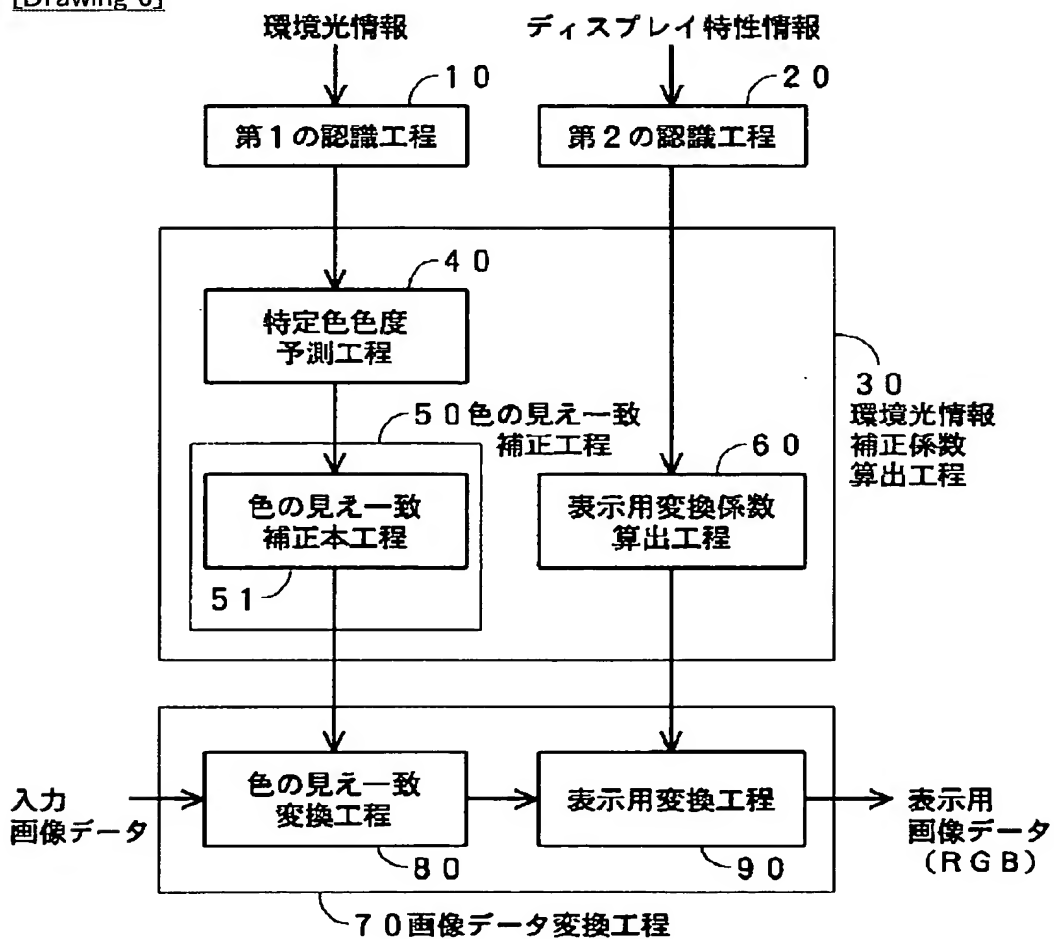
(A)



(B)



[Drawing 6]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-175048

(43)公開日 平成11年(1999) 7月2日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 9 G 5/00

5 5 0

G 0 9 G 5/00

5 5 0 C

B 4 1 J 2/00

G 0 6 F 3/12

L

G 0 6 F 3/12

N

G 0 9 G 5/02

B

G 0 9 G 5/02

B 4 1 J 3/00

Y

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9-344624

(22)出願日

平成9年(1997)12月15日

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72)発明者 松崎 智康

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなか い 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 池上 博章

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなか い 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 村井 和昌

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクなか い 富士ゼロックス株式会社内

(74)代理人 弁理士 佐藤 正美

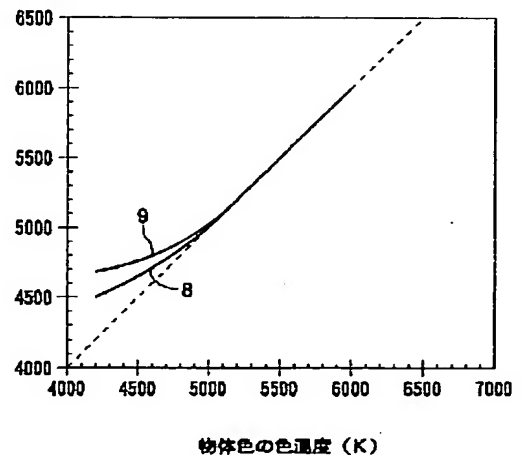
(54)【発明の名称】 カラー画像変換係数算出方法およびカラー画像変換方法

(57)【要約】

【課題】 目視による等色という作業をすることなく、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えを近づけることができるようにする。

【解決手段】 ディスプレイが設置されている環境の照明条件として、ある特定色についての物体色の色温度、輝度または照度、および色度を検出する。その特定色についての物体色の色温度と輝度または照度とから、特定色についての物体色と等色になる表示色（光源色）の色温度を、等色点として予測する。その予測された等色点の色度と、複数の色データによる色順応モデルとによって、入力カラー画像をディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数として、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する。

物体色と等色になる
表示色の色温度 (K)



【特許請求の範囲】

【請求項1】入力カラー画像をカラーディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数を算出する方法において、

前記カラーディスプレイが設置されている環境の照明条件を認識する第1の認識工程と、

前記カラーディスプレイの特性を認識する第2の認識工程と、

前記第1および第2の認識工程の認識結果に基づいて、前記変換係数として、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する係数算出工程と、

を備えることを特徴とするカラー画像変換係数算出方法。

【請求項2】請求項1のカラー画像変換係数算出方法において、

前記係数算出工程は、前記第1の認識工程によって認識された、前記照明条件としての色温度が、5000K未満のときにおいて、前記変換係数として、前記光源色カラー画像の色温度が前記照明条件としての色温度より高くなる係数を算出することを特徴とするカラー画像変換係数算出方法。

【請求項3】入力カラー画像をカラーディスプレイに表示するカラー画像に変換する方法において、

前記カラーディスプレイが設置されている環境の照明条件を認識する第1の認識工程と、

前記カラーディスプレイの特性を認識する第2の認識工程と、

前記第1および第2の認識工程の認識結果に基づいて、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する係数算出工程と、

この係数算出工程によって算出された係数によって、前記入力カラー画像を前記カラーディスプレイに表示するカラー画像に変換する画像データ変換工程と、
を備えることを特徴とするカラー画像変換方法。

【請求項4】請求項3のカラー画像変換方法において、前記係数算出工程は、前記第1の認識工程によって認識された、前記照明条件としての色温度が、5000K未満のときにおいて、前記係数として、前記光源色カラー画像の色温度が前記照明条件としての色温度より高くなる係数を算出することを特徴とするカラー画像変換方法。

【請求項5】請求項1もしくは2のカラー画像変換係数算出方法によって変換係数を算出し、または請求項3もしくは4のカラー画像変換方法によって入力カラー画像を変換する画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えを一致させるような

カラー画像変換係数を算出する方法、およびディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えが一致するようにカラー画像を変換する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータ技術の急速な発達によってカラー画像の作成・編集が容易になり、デザイナーだけでなく、一般のオフィスでも、カラー画像の作成・編集をする機会が増えてきたが、ディスプレイ上で作成した画像をプリントしたとき、そのハードコピー画像とディスプレイ画像の色が一致しないという問題がある。

【0003】そのため、カラーマネージメント技術ないしカラーマネージメントシステムが発達してきた。カラーマネージメントは、RGB空間やYMC K空間などの、デバイス固有の色空間で表現された色を、CIE XYZ空間やCIE L*a*b*空間などの、デバイスに依存しない共通の色空間を拠り所として管理するもので、デバイスプロファイルにおける各デバイスの特性の記述（Characterization）や、そのデバイスプロファイルを用いた、デバイス固有の色空間と共通の色空間との間の色変換（Conversion）のほかに、各デバイスの個体差や経年変化に対する校正（Calibration）なども含まれる。

【0004】従来、同じ色空間上で同じ値であれば、すなわち測色的に一致すれば、見た目にも同じ色に見えると考えられてきた。事実、カラーマネージメントシステムは、測色的一致を色管理目標として発展してきており、D50またはD65の照明下で観察する場合には、測色的に一致させれば、見た目にも一致していると言われてきた。

【0005】しかしながら、すでに文献（例えば、岡嶋ほか「光学」20, 1991, 363-368p）によっても知られているように、カラーディスプレイとカラーハードコピーとでは、光源色（光源から発する光の色）と物体色（反射物体または透過物体の色）というモードの違いがあり、従来のカラーマネージメント技術で測色的に一致させても、それぞれの画像の色は一致して見えない。特に、ディスプレイの周囲が色温度の低い蛍光灯で明るく照明されている一般のオフィス環境では、その傾向が顕著となる。

【0006】この問題を解決して、カラーハードコピーの物体色とカラーディスプレイの光源色（表示色、発光色）との色の見えを一致させる方法として、特開平9-98301号には、所定の色についての物体色と光源色とを目視によって等色させ、その対応関係に基づいて色変換パラメータを決定して、画像を色変換する方法が示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この特開平9-98301号の方法は、満足な等色がなされるようになるまで、システムの利用者は何度も試行しなけ

ればならないという欠点がある。しかも、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えの一致具合も、結局は利用者による等色の精度に依存することになり、等色の精度が悪ければ両者の違いが余計に目立つ結果になりかねない。

【0008】そこで、この発明は、一般のオフィスのように明るく照明された環境においてディスプレイ上でカラー画像を作成・編集するような場合においても、目視による等色という煩雑かつ不正確な作業をすることなく、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えを近づけることができるようにしたものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明では、入力カラー画像をカラーディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数を算出する方法において、前記カラーディスプレイが設置されている環境の照明条件を認識する第1の認識工程と、前記カラーディスプレイの特性を認識する第2の認識工程と、前記第1および第2の認識工程の認識結果に基づいて、前記変換係数として、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する係数算出工程と、を設ける。

【0010】請求項3の発明では、入力カラー画像をカラーディスプレイに表示するカラー画像に変換する方法において、前記カラーディスプレイが設置されている環境の照明条件を認識する第1の認識工程と、前記カラーディスプレイの特性を認識する第2の認識工程と、前記第1および第2の認識工程の認識結果に基づいて、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する係数算出工程と、この係数算出工程によって算出された係数によって、前記入力カラー画像を前記カラーディスプレイに表示するカラー画像に変換する画像データ変換工程と、を設ける。

【0011】

【作用】上記の方法による請求項1の発明のカラー画像変換係数算出方法においては、第1の認識工程において、カラーディスプレイが設置されている環境の照明条件として、ある特定色についての物体色の色温度や、輝度もしくは照度、または色度が認識されるとともに、第2の認識工程において、カラーディスプレイの特性が認識される。

【0012】そして、係数算出工程においては、第1の認識工程によって認識された照明条件と、第2の認識工程によって認識されたディスプレイ特性とに基づいて、特定色についての物体色と等色になる光源色の色度が予測され、色順応モデルによる色データの補正がなされるなどによって、入力カラー画像をカラーディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数として、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数が算出される。

【0013】したがって、一般のオフィスのように明るく照明された環境においても、目視による等色という煩雑かつ不正確な作業をすることなく、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えを一致させる変換係数が得られるようになる。

【0014】上記の方法による請求項3の発明のカラー画像変換方法においては、同様に、一般のオフィスのように明るく照明された環境においても、目視による等色という煩雑かつ不正確な作業をすることなく、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えが一致するように、入力カラー画像がディスプレイに表示するカラー画像に変換される。

【0015】

【発明の実施の形態】〔第1の実施形態…カラー画像変換係数算出方法としての実施形態〕図1は、請求項1の発明のカラー画像変換係数算出方法の一実施形態を示す。この実施形態のカラー画像変換係数算出方法は、全体として、第1の認識工程10、第2の認識工程20および環境光情報補正係数算出工程30からなる。

【0016】第1の認識工程10では、ディスプレイが設置されている環境の環境光情報を取り込んで、ディスプレイが設置されている環境の照明条件を認識する。第2の認識工程20では、ディスプレイ特性情報を取り込んで、ディスプレイの特性を認識する。ただし、ディスプレイは、カラーCRTディスプレイなどのカラーディスプレイである。

【0017】第1の認識工程10での環境光情報の取り込み、および第2の認識工程20でのディスプレイ特性情報の取り込みは、例えば、図11に示すような方法によって行う。すなわち、ディスプレイが設置されている環境において、同図(A)に示すように、ハードコピー1にディスプレイが設置されている環境の照明光2を照射して、ハードコピー1からの反射光3をセンサー4で検出し、また、同図(B)に示すように、ディスプレイ5の表示画面から発した光6を、センサー7で検出する。

【0018】具体的に、第1の認識工程10では、ディスプレイが設置されている環境の照明条件として、ある特定色についての物体色の色温度、輝度または照度、および色度を検出する。特定色は、白色または白色に近い無彩色とすることができるが、ハードコピーの紙白でもよい。実際に行った方法では、マンセル色票N9を特定色とした。第2の認識工程20では、ディスプレイの特性として、例えば、RGB単色とグレーの階調再現特性を検出する。

【0019】環境光情報補正係数算出工程30では、第1の認識工程10で認識された照明条件と、第2の認識工程20で認識されたディスプレイ特性とに基づいて、入力カラー画像をディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数として、光源色カラー画像と物

体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する。

【0020】この実施形態では、具体的に、環境光情報補正係数算出工程30は、特定色色度予測工程40、色の見え一致補正工程50および表示用変換係数算出工程60からなり、色の見え一致補正工程50は、色の見え一致補正本工程51および色の見え一致変換係数算出工程55からなる。

【0021】特定色色度予測工程40では、第1の認識工程10で認識された、特定色についての物体色の色温度と輝度または照度とから、その特定色についての物体色と等色になる表示色（光源色）の色温度を、等色値（等色点）として予測し、さらに、その予測した等色値を色度に変換する。

【0022】図2の等色曲線8、9で示すように、ある特定色についての物体色の色温度が5000K以上の範囲では、物体色と等色になる表示色の色温度が、一般的な使用環境においては、照度によらずに、物体色の色温度とほぼ等しくなる。しかしながら、物体色の色温度が5000K未満の範囲では、物体色の色温度が低くなるにつれて、物体色と等色になる表示色の色温度が、物体色の色温度より高くなる。

【0023】ディスプレイが設置されている環境の照明が暗い場合、すなわちハードコピーの輝度がディスプレイで再現できる範囲内にある場合には、こうした見え方の違いは、主として光源色と物体色の見え方の違いによる（図2の等色曲線8）が、ディスプレイが設置されている環境の照明が明るく、ハードコピーの輝度がディスプレイで再現できる範囲を超えている場合には、さらに色再現範囲の違いも加わって、等色曲線8の場合よりも、物体色と等色になる表示色の色温度と、物体色の色温度との差は大きくなる（図2の等色曲線9）。なお、等色曲線9の場合にも便宜的に等色という言葉を用いているが、厳密には等色ではなく、最も近い色に合わせるという意味である。

【0024】特定色色度予測工程40では、第1の認識工程10で認識された輝度または照度から、等色曲線8、9などの等色曲線を示す関数を選択し、その選択した関数によって、第1の認識工程10で認識された色温度から、等色値、すなわち物体色と等色になる表示色の色温度を予測する。予測した等色値の色度への変換は、あらかじめ等色値の色温度と色度との関係が書き込まれたLUT（ルックアップテーブル）によって行う。

【0025】色の見え一致補正工程50では、特定色色度予測工程40で予測された等色点と、例えば8個の色データによる色順応モデルとによって、入力カラー画像をディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数として、色の見え一致変換係数、すなわち光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させる係数を算出する。

【0026】色順応モデルを構成する8個の色データは、図4に示すような $L^*a^*b^*$ 空間上の適切な8個の点P1～P8を、CIE1931のXYZ色度座標として与える。

【0027】図3は、色の見え一致補正工程50での色の見え一致補正処理ルーチンの一例を示し、その色の見え一致補正処理ルーチン100では、まずステップ101において、上記の8個の色データの番号nを1とし、次にステップ102に進んで、その8個の色データから第n番目のデータを選択し、次にステップ103に進んで、その選択した色データを上記のようにCIE1931のXYZ色度座標に変換し、次にステップ104に進んで、そのXYZ色度座標をLMS錐状体応答値に変換する。

【0028】CIE1931のXYZ色度座標からLMS錐状体応答値への変換は、変換前のXYZ色度座標をX、Y、Z、変換後のLMS錐状体応答値をL、M、Sとすると、以下の演算式、

$$\begin{aligned} L &= 0.28971X \\ &+ 0.68898Y \\ &- 0.07868Z \quad \cdots (11) \\ M &= -0.22981X \\ &+ 1.18340Y \\ &+ 0.04641Z \quad \cdots (12) \\ S &= 1.00000Z \quad \cdots (13) \end{aligned}$$

によって行う。

【0029】次に、ステップ105に進んで、そのLMS錐状体応答値L、M、Sを、ディスプレイが設置されている環境での特定色のLMS錐状体応答値 L_w 、 M_w 、 S_w で正規化する。すなわち、正規化後のLMS錐状体応答値 L' 、 M' 、 S' として、
 $L' = L / L_w \quad \cdots (21)$
 $M' = M / M_w \quad \cdots (22)$
 $S' = S / S_w \quad \cdots (23)$
を求める。

【0030】ディスプレイが設置されている環境での特定色のLMS錐状体応答値 L_w 、 M_w 、 S_w は、第1の認識工程10で認識された特定色の色度を、CIE1931のXYZ色度座標に変換し、そのXYZ色度座標を、式(11)～(13)によりLMS錐状体応答値に変換することによって、求める。

【0031】一方、特定色色度予測工程40で予測された等色点をもとに、補正すべき特定色のLMS空間上での値を求めておく。具体的には、図5に示すように（便宜的にフローチャートをブロック的に示す）、まずステップ201において、第1の認識工程10で認識された、ディスプレイが設置されている環境での特定色の色度と、特定色色度予測工程40で予測された、特定色についての等色点の色度とを、CIE1931のXYZ色度座標に変換し、次にステップ202に進んで、そのX

YZ色度座標をLMS錐状体応答値に変換し、次にステップ203に進んで、そのLMS錐状体応答値につき部分順応補正を行う。

【0032】ディスプレイが設置されている環境での特定色のLMS錐状体応答値を、上記のように L_w , M_w , S_w とし、特定色についての等色点のLMS錐状体応答値を、 L''_w , M''_w , S''_w とすると、ステップ203での部分順応補正は、以下の演算式、

$$\{k \cdot L''_w + (1-k) L_w\} \quad \dots (31)$$

$$\{k \cdot M''_w + (1-k) M_w\} \quad \dots (32)$$

$$L'' = \{k \cdot L''_w + (1-k) L_w\} L' \quad \dots (41)$$

$$M'' = \{k \cdot M''_w + (1-k) M_w\} M' \quad \dots (42)$$

$$S'' = \{k \cdot S''_w + (1-k) S_w\} S' \quad \dots (43)$$

によって、色の見え一致補正を行う。

【0034】さらに、ステップ107に進んで、その色の見え一致補正後のLMS錐状体応答値 L'' , M'' , S'' を、以下の演算式、

$$\begin{aligned} X = & 1.91019L'' \\ & -1.11214M'' \\ & -0.20195S'' \quad \dots (51) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y = & 0.37095L'' \\ & +0.62905M'' \quad \dots (52) \end{aligned}$$

$$Z = 1.00000S'' \quad \dots (53)$$

によって、CIE1931のXYZ色度座標に変換する。

【0035】その後、ステップ108に進んで、そのXYZ色度座標を、デバイス・インディペンデントな色空間である $L^*a^*b^*$ 空間の画像データ L^* , a^* , b^* に変換する。

【0036】次に、ステップ109に進んで、上記の830個の色データの番号 n を1だけインクリメントし、さらにステップ110に進んで、 n が8より大きいかなかを※

$$\begin{aligned} L^* = & m11 \cdot L' + m12 \cdot a' + m13 \cdot b' \\ & + m14 \cdot L' \cdot a' + m15 \cdot L' \cdot b' + m16 \cdot a' \cdot b' \\ & + m17 \cdot L' \cdot a' \cdot b' + m18 \cdot K \quad \dots (61) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a^* = & m21 \cdot L' + m22 \cdot a' + m23 \cdot b' \\ & + m24 \cdot L' \cdot a' + m25 \cdot L' \cdot b' + m26 \cdot a' \cdot b' \\ & + m27 \cdot L' \cdot a' \cdot b' + m28 \cdot K \quad (62) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b^* = & m31 \cdot L' + m32 \cdot a' + m33 \cdot b' \\ & + m34 \cdot L' \cdot a' + m35 \cdot L' \cdot b' + m36 \cdot a' \cdot b' \\ & + m37 \cdot L' \cdot a' \cdot b' + m38 \cdot K \quad (63) \end{aligned}$$

である。 K は、定数で、通常は1とする。

【0039】そして、 L' 値を例として、上記の8色の実測値を L_n 、予測値を L_n'' ($n=1 \sim 8$)とすると、その差分(誤差) E_n は、

$$E_n = L_n - L_n'' \quad \dots (71)$$

であり、誤差の総和 E は、

$$E = \sum E_n^2 \quad \dots (72)$$

となる。

【0040】そして、この誤差の総和 E が最小となるよ 50

$$\{k \cdot S''_w + (1-k) S_w\} \quad \dots (33)$$

によって行う。 k は、0から1までの間の定数で、通常は0.5~0.75ぐらいが好ましい。

【0033】図3の色の見え一致補正処理ルーチン100では、ステップ105からステップ106に進んで、このように図5のステップ203で算出された、式(31)(32)(33)で表される部分順応補正後のLMS錐状体応答値を用いて、ステップ105で正規化された、式(21)(22)(23)で表されるLMS錐状体応答値 L' , M' , S' に対して、以下の演算式、

※判断し、 n が8以下であると判断したときには、ステップ102に戻って、ステップ102~109を繰り返す。以上の処理は、図1に示した色の見え一致補正工程50中の色の見え一致補正本工程51で行う。

【0037】そして、ステップ110で n が8より大きいと判断したときには、ステップ110からステップ120に進んで、色の見え一致補正工程50中の色の見え一致変換係数算出工程55において、色の見え一致変換係数として 3×8 マトリックス係数を算出する。この場合、上記の8色についての色の見え一致補正前の値と色の見え一致補正後の値との写像関係 f を求め、補正前の値と補正後の値との色差が最小となるように、 3×8 マトリックス係数を算出する。

【0038】すなわち、 3×8 マトリックス係数のそれぞれの係数を m_{ij} ($i=1 \sim 3$, $j=1 \sim 8$)とし、変換前の画像データ値を L' , a' , b' 、変換後の画像データ値を L'' , a'' , b'' とすると、

うに、 3×8 マトリックス係数の、式(61)の L'' 値についての係数 m_{1j} ($j=1 \sim 8$)を決定する。式(62)の a'' 値についての係数 m_{2j} ($j=1 \sim 8$)、および式(63)の b'' 値についての係数 m_{3j} ($j=1 \sim 8$)も、同様に決定する。

【0041】以上のようにして、入力カラー画像をディスプレイに表示するカラー画像に変換するための変換係数として、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えを一致させる係数を算出することができる。

【0042】なお、視覚系については、同じ色でも、ハードコピーのような連続的な刺激と、CRTディスプレイのような不連続で周期的な刺激との間では、見え方が異なる可能性もあるが、それについても、第1の認識工程10で得られた情報に加えて、第2の認識工程20で得られた情報を用いることによって、見えの違いに対応した係数を算出することができる。

【0043】表示用変換係数算出工程60では、第2の認識工程20で認識されたディスプレイ特性を用いて、XYZ空間からディスプレイ固有のRGB空間への変換の係数を算出する。XYZ空間とRGB空間の間には一般に色の加法性が成り立つので、ディスプレイの特性として、上述したようにRGB単色とグレーの階調再現特性が検出されることによって、XYZ空間からRGB空間への変換の係数を一意に決定することができる。その変換係数は、例えば、 3×3 マトリックス演算によって算出する。

【0044】〔第2の実施形態…カラー画像変換方法としての実施形態〕図6は、請求項3の発明のカラー画像変換方法の一実施形態を示す。この実施形態のカラー画像変換方法は、全体として、第1の認識工程10、第2の認識工程20、環境光情報補正係数算出工程30および画像データ変換工程70からなる。

【0045】第1の認識工程10および第2の認識工程20は、図1に示した第1の実施形態のそれと同じである。環境光情報補正係数算出工程30も、特定色色度予*

$$X_{cc} = 68717 \exp(-0.0021T) \quad \dots (91)$$

$$Y_{cc} = 27699 \exp(-0.0019T) \quad \dots (92)$$

$$Z_{cc} = 93281 \exp(-0.0022T) \quad \dots (93)$$

で表される。

【0050】したがって、この関係式(91)(92)(93)と上記の関係式(81)(82)(83)とから、特定色についての等色点を予測することができる。この実施形態の特定色色度予測工程40では、このように補正分 X_{cc} 、 Y_{cc} 、 Z_{cc} を算出することによって、特定色についての等色点を予測する。

【0051】色の見え一致補正工程50では、この特定色色度予測工程40で予測された等色点と、例えば729($9 \times 9 \times 9$)個の色データによる色順応モデルとによって、色の見え一致補正を行い、色の見え一致変換工程80では、その色の見え一致補正後の色データによって、入力画像データを、光源色カラー画像と物体色カラー画像との色の見えを一致させるように色変換する。色順応モデルを構成する729個の色データは、CIE1931のXYZ色度座標として与える。

【0052】図8は、色の見え一致補正工程50および色の見え一致変換工程80での色の見え一致補正変換処理ルーチンの一例を示し、その色の見え一致補正変換処理ルーチン300では、まずステップ301において、上記の729個の色データの番号nを1とし、次にステ

* 測工程40、色の見え一致補正工程50および表示用変換係数算出工程60からなる点は、第1の実施形態のそれと同じである。

【0046】ただし、この実施形態では、色の見え一致補正工程50は、色の見え一致補正本工程51のみからなり、それに伴って、色の見え一致補正工程50では、後述するような色の見え一致補正を行う。画像データ変換工程70は、色の見え一致変換工程80および表示用変換工程90からなる。

【0047】特定色についての、ハードコピーの測定値とディスプレイの等色値との間には、

$$X_{wa} = X_{wm} + X_{cc} \quad \dots (81)$$

$$Y_{wa} = Y_{wm} + Y_{cc} \quad \dots (82)$$

$$Z_{wa} = Z_{wm} + Z_{cc} \quad \dots (83)$$

という関係がある。

【0048】ただし、 X_{wa} 、 Y_{wa} 、 Z_{wa} は、ディスプレイ上でハードコピー上の特定色と見えが一致する色の色度、 X_{wm} 、 Y_{wm} 、 Z_{wm} は、ディスプレイ上でハードコピー上の特定色と測色的に一致する色の色度、 X_{cc} 、 Y_{cc} 、 Z_{cc} は、色温度によって大きさが変わる補正分である。

【0049】図7は、ディスプレイが設置されている環境の照明が暗く、ハードコピーの輝度がディスプレイで再現できる範囲内にある場合における、色温度Tと補正分 X_{cc} 、 Y_{cc} 、 Z_{cc} との関係を示したもので、その関係は、

30 ップ302に進んで、その729個の色データから第n番目のデータを選択し、次にステップ303に進んで、その選択した色データを上記のようにCIE1931のXYZ色度座標に変換し、次にステップ304に進んで、そのXYZ色度座標をLMS錐状体応答値に変換する。CIE1931のXYZ色度座標からLMS錐状体応答値への変換は、上記の式(11)(12)(13)によって行う。

【0053】次に、ステップ305に進んで、そのLMS錐状体応答値L、M、Sを、上記の式(21)(22)(23)によって、ディスプレイが設置されている環境での特定色のLMS錐状体応答値 L_w 、 M_w 、 S_w で正規化する。

【0054】一方、第1の実施形態と同様に、特定色色度予測工程40で予測された等色点をもとに、具体的には図5に示したような処理によって、補正すべき特定色のLMS空間上での値を求めておく。

【0055】図8の色の見え一致補正変換処理ルーチン300では、ステップ305からステップ306に進んで、このように図5のステップ203で算出された、式(31)(32)(33)で表される部分順応補正後の

LMS 錐状体応答値を用いて、ステップ 305 で正規化された、式 (21) (22) (23) で表される LMS 錐状体応答値 L' , M' , S' に対して、式 (41)

(42) (43) によって、色の見え一致補正を行う。

【0056】さらに、ステップ 307 に進んで、その色の見え一致補正後の LMS 錐状体応答値 L'' , M'' , S'' を、式 (51) (52) (53) によって、CIE 1931 の XYZ 色度座標に変換する。

【0057】その後、ステップ 308 に進んで、その XYZ 色度座標を、デバイス・インディペンデントな色空間である $L^*a^*b^*$ 空間の画像データ $L^*a^*b^*$ に変換する。

【0058】次に、ステップ 309 に進んで、上記の 729 個の色データの番号 n を 1 だけインクリメントし、さらにステップ 310 に進んで、 n が 729 より大きいかなかを判断し、 n が 729 以下であると判断したときには、ステップ 302 に戻って、ステップ 302~309 を繰り返す。

【0059】そして、ステップ 310 で n が 729 より大きいと判断したときには、ステップ 310 からステップ 311 に進んで、それまでに求めた 729 個の色データを、図 9 に示すような 3 次元 LUT に格納する。以上の処理は、図 6 に示した色の見え一致補正工程 50 で行う。

【0060】次に、ステップ 312 に進んで、画像データ変換工程 70 中の色の見え一致変換工程 80 において、その 3 次元 LUT に格納された色データによって、入力画像データを $L^*a^*b^*$ 空間上で変換する。

【0061】3 次元 LUT のアドレスは、 $L^*a^*b^*$ 空間上の座標 (位置) を示し、入力画像データが、図 10 の点 Q で示すように格子点の間の座標値となるとときには、その入力画像データは、格子点の内分点として捉えられて、変換後の画像データとして、周囲 8 点の格子点 $Q_0 \sim Q_7$ の出力値の荷重和が得られる。すなわち、変換後の画像データの値を D とし、周囲 8 点の格子点 $Q_0 \sim Q_7$ の出力値を D_i ($i=0 \sim 7$) とすると、

$$\begin{aligned} D = & (1-\alpha)(1-\beta)(1-\gamma)D_0 \\ & + (1-\alpha)\beta(1-\gamma)D_1 \\ & + (1-\alpha)\beta\gamma D_2 \\ & + (1-\alpha)(1-\beta)\gamma D_3 \\ & + \alpha(1-\beta)(1-\gamma)D_4 \\ & + \alpha\beta(1-\gamma)D_5 \\ & + \alpha\beta\gamma D_6 \\ & + \alpha(1-\beta)\gamma D_7 \quad \dots (95) \end{aligned}$$

となる。 α , β , γ は、0 以上、1 以下の値である。

【0062】なお、この例は立方体補間を用いる場合であるが、4 面体補間、ピラミッド補間、プリズム補間などの補間方法を用いてもよい。

【0063】上述したように、視覚系については、同じ色でも、ハードコピーのような連続的な刺激と、CRT

ディスプレイのような不連続で周期的な刺激との間では、見え方が異なる可能性もあるが、それについても、第 1 の認識工程 10 で得られた情報に加えて、第 2 の認識工程 20 で得られた情報を用いることによって、見えの違いに対応した係数を算出し、変換を行うことができる。

【0064】第 1 の実施形態と同様に、表示用変換係数算出工程 60 では、第 2 の認識工程 20 で認識されたディスプレイ特性を用いて、XYZ 空間からディスプレイ固有の RGB 空間への変換の係数を算出する。XYZ 空間と RGB 空間の間には一般に色の加法性が成り立つので、ディスプレイの特性として、上述したように RGB 単色とグレーの階調再現特性が検出されることによって、XYZ 空間から RGB 空間への変換の係数を一意に決定することができる。その変換係数は、例えば、 3×3 マトリックス演算によって算出する。

【0065】そして、画像データ変換工程 70 中の表示用変換工程 90 では、色の見え一致変換工程 80 からの $L^*a^*b^*$ 画像データを、表示用変換係数算出工程 60 からの変換係数によって、表示用画像データ、すなわちディスプレイ固有の RGB 画像データに変換する。その際には、色の見え一致変換工程 80 からの $L^*a^*b^*$ 画像データは一旦、ディスプレイが設置されている環境が暗室であるときのディスプレイ上の値 X_{crt} , Y_{crt} , Z_{crt} に変換して、表示用変換工程 90 に送る。

【0066】以上のようにして、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えが一致するように、入力カラー画像をディスプレイに表示するカラー画像に変換することができる。

【0067】〔その他の実施形態または変形例〕上述した第 1 の実施形態は、カラー画像変換係数算出方法において、特定色色度予測工程 40 では、輝度と色温度をパラメータとした関数を用いて、等色点の色度を予測し、色の見え一致補正工程 50 では、色順応モデルと最小二乗法を用いて、入力画像データを直接変換する変換係数を算出する場合であり、第 2 の実施形態は、カラー画像変換方法において、特定色色度予測工程 40 では、色度をパラメータとした関数を用いて、等色点の色度を予測し、色の見え一致補正工程 50 では、色順応モデルを用いて、3 次元 LUT 用の係数を算出する場合であるが、もちろん、カラー画像変換係数算出方法においては、色の見え一致補正工程 50 で、3 次元 LUT 用の係数を算出してもよく、カラー画像変換方法においては、色の見え一致補正工程 50 で、入力画像データを直接変換する変換係数を算出してもよい。

【0068】

【発明の効果】上述したように、この発明によれば、一般のオフィスのように明るく照明された環境においてディスプレイ上でカラー画像を作成・編集するような場合においても、目視による等色という煩雑かつ不正確な作

業をすることなく、ディスプレイ画像とハードコピー画像との色の見えを近づけることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明のカラー画像変換係数算出方法の一実施形態を示す図である。

【図 2】図 1 の場合の輝度と色温度をパラメータとした予測曲線を示す図である。

【図 3】図 1 の場合の色の見え一致補正処理ルーチンを示す図である。

【図 4】図 3 の処理ルーチンの説明に供する図である。 10

【図 5】図 1 の場合の一部の処理を示す図である。

【図 6】この発明のカラー画像変換方法の一実施形態を示す図である。

【図 7】図 6 の場合の色度をパラメータとした予測曲線を示す図である。

【図 8】図 6 の場合の色の見え一致補正変換処理ルーチ*

ンを示す図である。

【図 9】3次元LUTの構成を示す図である。

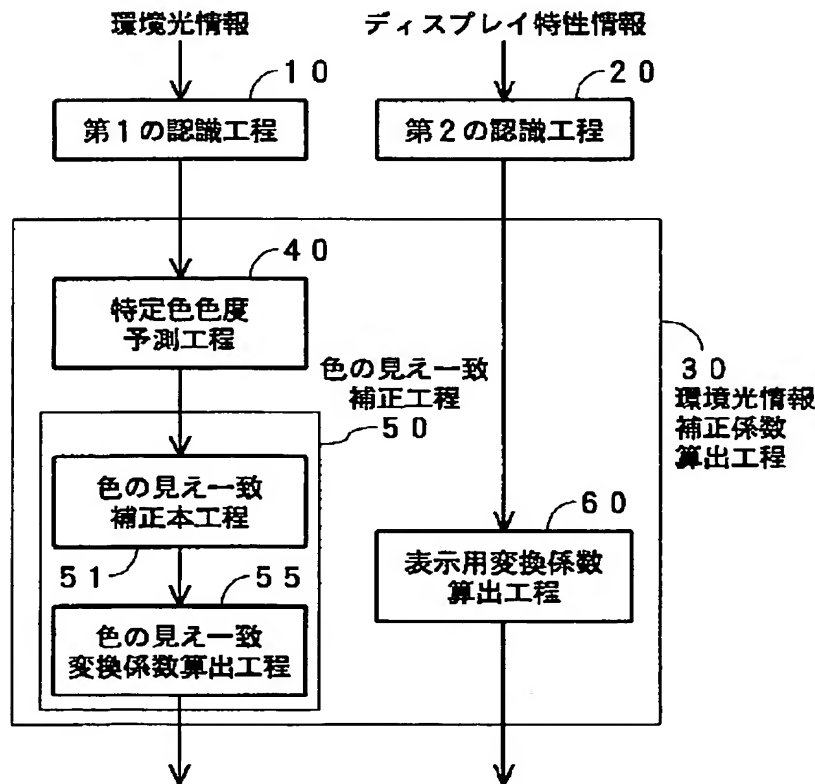
【図 10】3次元LUTでの補間の説明に供する図である。

【図 11】環境光情報およびディスプレイ特性情報の取り込み方法の例を示す図である。

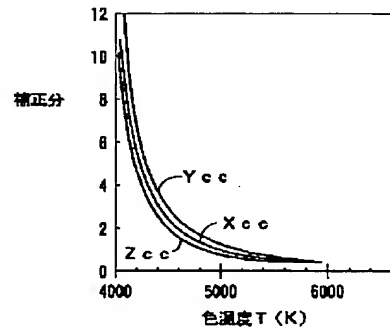
【符号の説明】

- 10 第1の認識工程
- 20 第2の認識工程
- 30 環境光情報補正係数算出工程
- 40 特定色色度予測工程
- 50 色の見え一致補正工程
- 60 表示用変換係数算出工程
- 70 画像データ変換工程
- 80 色の見え一致変換工程
- 90 表示用変換工程

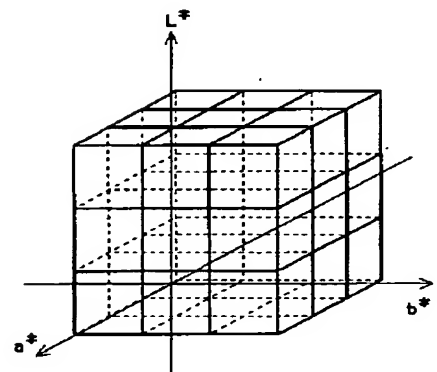
【図 1】



【図 7】

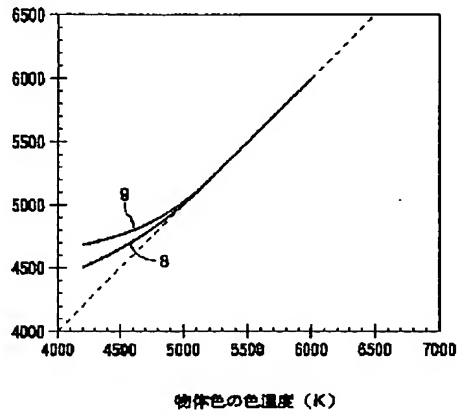


【図 9】

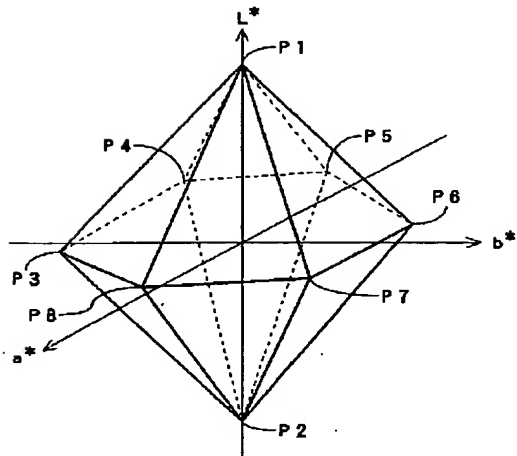


【図2】

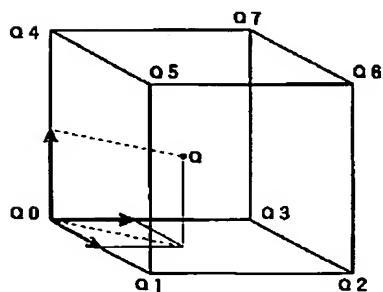
物体色と等色になる
表示色の色温度 (K)



【図4】

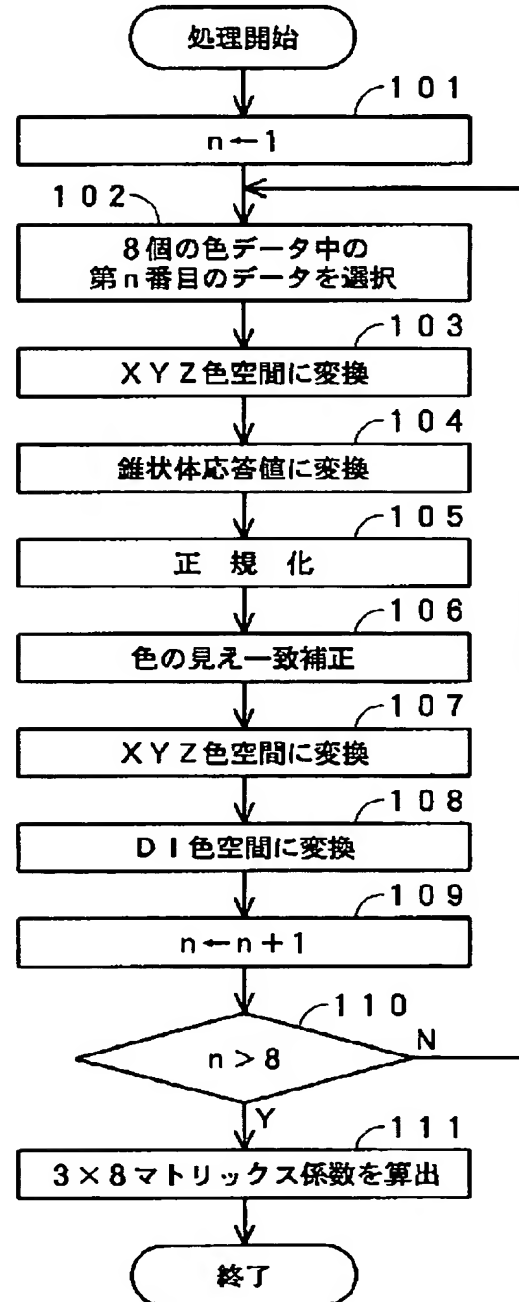


【図10】

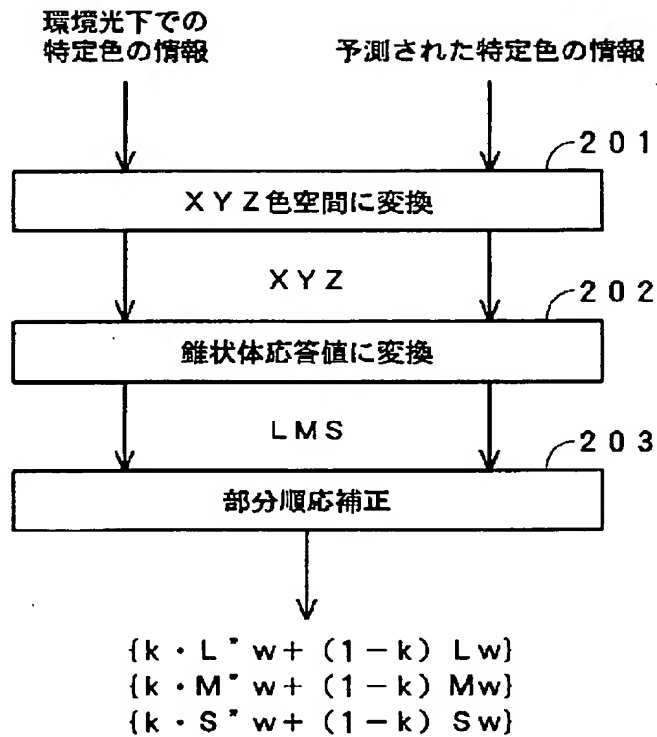


【図3】

100 色の見え一致補正処理ルーチン

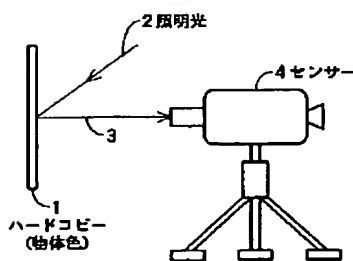


【図5】

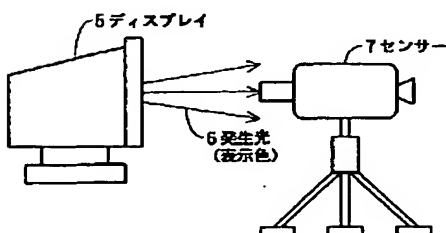


【図11】

(A)

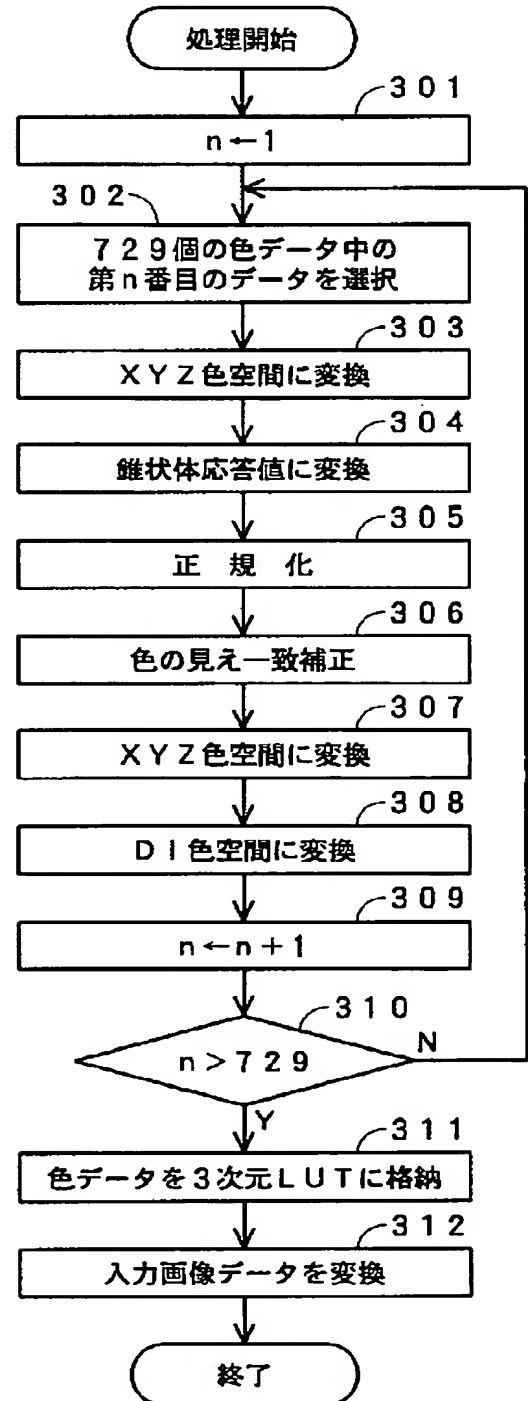


(B)

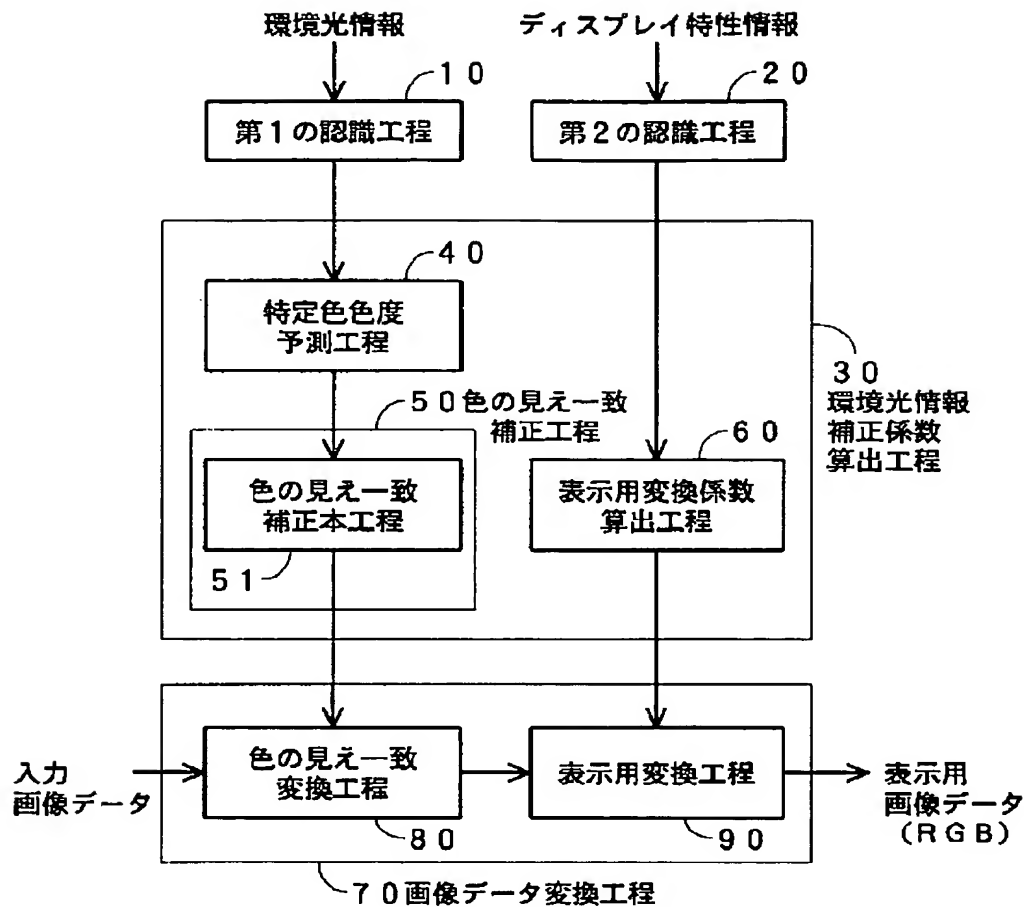


【図8】

300 色の見え一致補正変換処理ルーチン



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

H04N 1/60

1/46

// G06T 5/00

識別記号

FI

H04N 1/40

1/46

G06F 15/68

D

Z

310A